

渦電流探傷試験、超音波探傷試験及び漏えい率試験に係る 日本電気協会の規格の技術評価に関する検討チーム において議論する内容について（案）

1. 技術評価の対象

- (1) 「原子力発電用機器における渦電流探傷試験指針」2018年版については、既に技術評価されている2010年版との変更点等について技術的妥当性を評価する。
 - 主な変更点：2010年版では、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金の母材部及び溶接部の渦電流探傷試験を対象としていたが、低合金鋼の疲労割れに対する検証を行った国内の確認試験結果¹に基づき、2018年版において新たに低合金鋼母材部を適用範囲に追加し、試験要領に係る附属書を新設²。
- (2) 「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程」2016年版については、既に技術評価されている2008年版（2012年追補を含む。）との変更点等について技術的妥当性を評価する。
 - 主な変更点：オーステナイト系ステンレス鋼の溶接金属を透過した超音波による探傷に係る電力共同研究の成果³を反映し、2016年版に規定を追加⁴。
- (3) 「原子炉格納容器の漏えい率試験規程」2017年版については、既に技術評価されている2008年版との変更点等について技術的妥当性を評価する。
 - 主な変更点：2008年版の技術評価の際に、その適用にあたって出された条件（原子炉格納容器バウンダリ全体を加圧して行う原子炉格納容器全体漏えい率試験を実施する場合に、健全に機能することが期待される隔離弁間の漏えい量を求めていない場合は、内側隔離弁を開とし、外側隔離弁を閉として試験すること等）を反映。

¹ Development of the Eddy Current Testing (ECT) technique for the Feedwater nozzles of Nuclear Power Plant Reactor Pressure Vessels., Vol. 8, No. 4, NT-82, EJAM

² 事業者によれば、検査適用部位の材質の幅が広がり、BWRでは特別点検においてノズルコーナに適用可能とされている（第11回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合 資料1）。
<https://www.nsr.go.jp/data/000300886.pdf>

³ ステンレス鋼溶接金属を透過したUT（検出）確認試験研究の成果，保全学 Vol. 9, No. 3, 2010, 日本保全学会

ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果（第2報），保全学 Vol. 14, No. 2, 2015, 日本保全学会

⁴ 事業者によれば、探傷不可能部位が削減され、検査信頼性が向上するとされている（第11回新規制要件に関する事業者意見の聴取に係る会合 資料1）。
<https://www.nsr.go.jp/data/000300886.pdf>

2. 検討チームにおいて議論する内容

(1) 原子力発電用機器における渦電流探傷試験指針

- 低合金鋼の疲労割れに対する検証を行った国内の確認試験結果について（別紙参照）

(2) 軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程

- オーステナイト系ステンレス鋼の溶接金属を透過した超音波による探傷に係る電力共同研究の成果について（別紙参照）

上記以外については、事務局において技術評価書案を作成し、検討チーム会合において提示する。必要に応じ、日本電気協会に説明を求める。

**渦電流探傷試験、超音波探傷試験及び漏えい率試験に係る
日本電気協会の規格の技術評価に関する検討チーム
第2回会合における日本電気協会への説明依頼事項**

1. 原子力発電用機器における渦電流探傷試験指針

- (1) 「(解説-D-1100-1) 適用」には、「附属書 D 低合金鋼の母材部における疲労割れの渦電流探傷試験要領」が、文献「Development of the Eddy Current Testing (ECT) technique for the Feedwater nozzles of Nuclear Power Plant Reactor Pressure Vessels., Vol. 8, No. 4, NT-82, EJAM」に基づき定められていることが記載されています。同文献で用いられたプローブの仕様について説明してください(適切な周波数とインピーダンスが選定されているかを含む)。
- (2) 附属書 D に関して、以下の (a) ~ (e) について検討した内容を説明してください。
- (a) 放射線照射の効果が、検出特性に与える影響
 - (b) 放射線によるノイズが検出結果に与える影響
 - (c) 水中で検出する場合と気中で検出する場合の結果の差
 - (d) 適用部位
 - (e) 各コイル方式への適用性
- (3) 附属書 D を追加したことで、本文規定と解説に附属書 D の規定内容が含まれることとなります。この点に関し、以下の (a) ~ (e) について説明してください。
- (a) 「2320 プローブ」(4)に「プローブには、必要に応じて磁気飽和機能を備えてもよい。」とされ、「(解説-3200-1) その他の渦電流による手法」に「その他の渦電流による手法として、磁気飽和機能を適用した場合と適用しない場合の信号を比較し、指示部の信号が電磁氣的信号によるものか否かを判定する方法などがある。」とされている。ここでいう「磁気飽和機能」について検討した内容。
 - (b) 「2330 対比試験片」の「(2) 材料」には、「対比試験片に用いる材料、試験部と電磁氣的特性が同等とする。」とあり、「(解説-2330-2) 対比試験の材料」には、非磁性材料の例が記載されている。低合金鋼における電磁氣的特性の同等性はどのように判断するのか。
 - (c) 「2330 対比試験片」の「(5) 人工きずの種類、形状及び寸法」には、人工

きずの深さ及び幅が規定されているが、低合金鋼について検討した内容。

- (d) 「(解説-2120-1) 試験部の表面状態」に、「BWR 及び PWR の炉水で形成した固着スケール(ハードクラッド)は鉄やニッケルなどを主成分とする酸化皮膜であり、磁性成分が含まれている場合もある」とされている。ハードクラッドの磁性成分のノイズが検出結果に与える影響。
- (e) 「解説表 3100-2-1 信号の分類」は、低合金鋼にも適用可能であるか。

2. 軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程

- (1) 「(解説-4500-1) オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」に、「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」は、文献「ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果: 保全学 Vol. 9・No. 3・2010, 日本保全学会」及び「ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果(第 2 報): 保全学 Vol. 14・No. 2・2015, 日本保全学会」に基づいて規定されたことが記載されています。同文献で用いられたプローブの仕様について説明してください。
- (2) 上記文献において使用された試験体の材質と応力腐食割れの実プラントとの模擬性について説明してください。
- (3) 「2200 試験評価員及び試験員」に対して「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」に関する教育訓練を要求事項としていませんが、その理由について説明してください。
- (4) 「2711 記録, 採取手順」(3)h.において、「ボルトのネジ部からのエコーなど定常的に検出され, 明確に形状エコーと判断できるものについては, その代表例と検出範囲を記録する。」が追加されましたが、形状エコーの近くに他のエコーも検出される場合の記録の仕方について説明してください。
- (5) 「図-4542-1 突合せ溶接継手の基準感度の設定」には溶接部の記載がありません。基準感度の設定に用いる対比試験片について説明してください。
- (6) 技術的に参考になる以下の3つの文献に関し、表1に「不明」とされている内容について説明してください。

(文献1) 永田他: ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果、保全学、第9巻3号 p. 19 (2010)

(文献2) 小林他: ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果、発電技検技術レビュー 第7巻 p. 25 (2011)

(文献3) 瀬良他: ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果(第2報)、保全学、第14巻2号 p. 81 (2014)

表 1 参考文献の記載内容の概要

項目	文献 1 及び 2	文献 3
フェーズドアレイ探触子の仕様（素子寸法等）	不明	Table 2-2 に記載
試験体の模擬性（母材、溶接部、欠陥の種類、亀裂性状）	母材：再循環系配管と同等材（SUS） 溶接部：再循環系配管と同等 欠陥の種類：SCC 亀裂性状の確認：記載なし	母材：SUS 管材-SUS 管材、SUS 管材-鋳造材 溶接部： 欠陥の種類：EDM、疲労割れ、SCC 亀裂性状の確認：破面解放等により性状の適切性を確認
実欠陥寸法の確認方法	不明	破面解放等により実深さを確認
ブラインド試験の欠陥数	5 個	不明（EDM と疲労割れ、SCC の割合がわからない）
SCC の高さ（深さ）	板厚の 15%~60%程度	不明（EDM と疲労割れ、SCC の区別がわからない）
無欠陥部の領域数	10 領域	不明
探傷面の制限方法	亀裂付与側の探傷面をマスクング	不明
欠陥付与面のマスクング	短冊状試験体の側面及び欠陥付与をマスクング	不明
試験の環境	実験室環境 第三者が探傷状況を確認	実験室環境 代表試験体に対して第三者が探傷状況を確認
探傷試験員の技量や経験	1 年から 15 年	不明
試験員数又はチーム数	7 名	不明